



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 35 40 426.4  
22 Anmeldetag: 14. 11. 85  
43 Offenlegungstag: 15. 5. 86

Behördeneigentum

DE 3540426 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
14.11.84 JP 239998/84

71 Anmelder:  
Nippon-Soken, Inc., Nishio, Aichi, JP

74 Vertreter:  
Assmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Klingseisen, F.,  
Dipl.-Ing.; Zumstein, F., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 8000 München

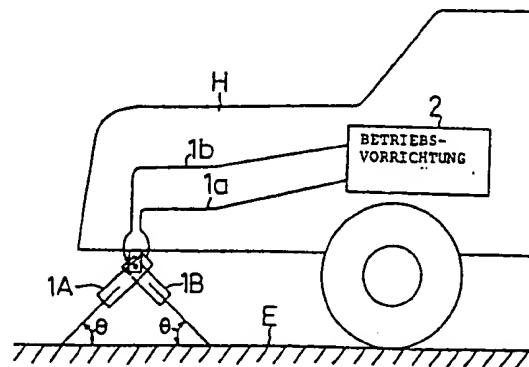
72 Erfinder:  
Kago, Yoshiyuki, Nishio, Aichi, JP; Sakakibara,  
Hiroyuki, Hekinan, Aichi, JP

54 Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser

Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser mit einem Paar von Doppler-Sensoren (1A, 1B), die nahe aneinander angeordnet sind, Mikrowellen aussenden und empfangen und an der Unterseite der Fahrzeugkarosserie (H) vorgesehen sind, wobei die Doppler-Sensoren (1A, 1B) derart angeordnet sind, daß jeder den gleichen Winkel zur Straßenoberfläche zum Fahrzeug nach vorne und nach hinten hat, die von jedem Sensor (1A, 1B) ausgesandten Mikrowellen eine Frequenz (f) haben und die von der Straßenoberfläche reflektierten Wellen wieder von jedem Sensor (1A, 1B) empfangen werden, und mit einer Betriebsvorrichtung (2) mit einer Frequenzdifferenzdetektorschaltung und einer Recheneinheit, wobei die Detektorschaltung den Frequenzunterschied zwischen der ausgesandten Mikrowelle jedes Sensors (1A, 1B) und der reflektierten Welle, d. h. die Doppler-Frequenz ( $F_1, F_2$ ) ermittelt, die Recheneinheit die Winkeländerung ( $\Delta \theta$ ) der Doppler-Sensoren aufgrund einer Schwingung des Fahrzeuges während der Fahrt nach der Gleichung

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \frac{1}{\tan \theta} \cdot \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2},$$

und gleichfalls die  
Fahrzeuggeschwindigkeit V nach der Gleichung



DE 3540426 A1

$$V = \frac{\bar{E}_1}{\cos(\bar{c} + \Delta\theta)} \cdot \frac{c}{2f} \cdot \frac{1}{k} ,$$

berechnet, wobei die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Mikrowelle mit  $c$  und der Kompensationskoeffizient mit  $K$  bezeichnet sind.

BAD ORIGINAL

3/Li

SK-118-2

NIPPON SOKEN, INC. Aichi-ken, Japan

Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser

PATENTANSPRÜCHE

=====

1. Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser,  
gekennzeichnet durch
  1. eine erste Sende- und Empfangseinrichtung, die am Fahrzeug angebracht ist und zur Straßenoberfläche unter einem vorbestimmten Winkel ( $\theta_1$ ) bezüglich der Straßenoberfläche gerichtet ist, um eine Meßwelle mit einer Frequenz ( $f_1$ ) zur Straßenoberfläche auszusenden und die von der Straßenoberfläche reflektierte Welle zu empfangen,
  2. eine zweite Sende- und Empfangseinrichtung, die in der Nähe der ersten Sende- und Empfangseinrichtung angeordnet und zur Straßenoberfläche unter einem vorbestimmten Winkel ( $\theta_2$ ) bezüglich der Straßenoberfläche gerichtet ist, um eine Meßwelle mit einer Frequenz ( $f_2$ )

- zur Straßenoberfläche auszusenden und die von der Straßenoberfläche reflektierte Welle zu empfangen,
3. eine Frequenzdifferenzdetektoreinrichtung zum Aufnehmen des Frequenzunterschiedes ( $F_1$ ) zwischen der Meßwelle und der reflektierten Welle in der ersten Sende- und Empfangseinrichtung und zum Aufnehmen des Frequenzunterschiedes ( $F_2$ ) zwischen der Meßwelle und der reflektierten Welle in der zweiten Sende- und Empfangseinrichtung,
  4. eine Winkeländerungsberechnungseinrichtung, die unter der Annahme, daß  $K_1, K_2$  Korrekturkoeffizienten für die erste und die zweite Sende- und Empfangseinrichtung sind, und daß

$$\alpha = \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{K_2}{K_1},$$

die Änderung  $\Delta\theta$  des Winkels der ersten und zweiten Sende- und Empfangseinrichtung bezüglich der Straßenoberfläche aufgrund von Schwingungen während der Fahrt des Fahrzeuges nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\cos\theta_1 - \alpha \cos\theta_2}{\sin\theta_1 - \alpha \sin\theta_2} \right)$$

und

5. eine Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung, die unter der Annahme, daß  $c$  die Geschwindigkeit jeder Meßwelle ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  nach einer der folgenden Gleichungen berechnet:

$$V = \frac{F_1}{\cos(\theta_1 + \Delta\theta)} \cdot \frac{c}{2f_1} \cdot \frac{1}{K_1}$$

$$V = \frac{F_2}{\cos(\theta_2 + \Delta\theta)} \cdot \frac{c}{2f_2} \cdot \frac{1}{K_2}$$

- 4  
3
2. Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß jede Sende- und Empfangseinrichtung aus einem Doppler-Sensor mit einem zylindrischen Gehäuse besteht, wobei ein Ende des Gehäuses an der Bodenfläche des Fahrzeuges befestigt ist und eine elektromagnetische Hornantenne zum Aussenden und Empfangen von Mikrowellen am anderen Ende des Gehäuses zur Straßenoberfläche gerichtet angebracht ist.
  3. Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die erste und die zweite Sende- und Empfangseinrichtung jeweils Winkel  $\theta_1, \theta_2$  bezüglich der Straßenoberfläche bilden und beide Einrichtungen vom Fahrzeug nach vorne oder nach hinten gerichtet sind.
  4. Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die erste und die zweite Sende- und Empfangseinrichtung den gleichen vorbestimmten Winkel  $\theta$  bezüglich der Straßenoberfläche bilden, wobei eine Einrichtung vom Fahrzeug nach vorne und die andere Einrichtung vom Fahrzeug nach hinten gerichtet ist, beide Sende- und Empfangseinrichtungen Meßwellen mit der gleichen Frequenz  $f$  erzeugen und die Winkeländerungsberechnungseinrichtung die Winkeländerung  $\Delta \theta$  nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left( \frac{1}{\tan \theta} \cdot \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} \right)$$

während die Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung unter der Annahme, daß  $K$  der Korrekturkoeffizient für die erste

und die zweite Sende- und Empfangseinrichtung ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  nach einer der folgenden Gleichungen berechnet:

$$V = \frac{F_1}{\cos(\theta + \Delta\theta)} \cdot \frac{c}{2f} \cdot \frac{1}{K}$$

$$V = \frac{F_2}{\cos(\theta - \Delta\theta)} \cdot \frac{c}{2f} \cdot \frac{1}{K}$$

### Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser

Die Erfindung betrifft einen Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser, bei dem insbesondere eine Meßwelle zur laufenden Straßenoberfläche ausgesandt und dann von der Straßenoberfläche reflektiert wird, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit über den Doppler-Effekt der reflektierten Welle ermittelt wird.

Bei einem derartigen Geschwindigkeitsmesser wird als Meßwelle üblicherweise eine Mikrowelle benutzt und ist eine Sende- und Empfangsantenne unter einem vorbestimmten Winkel zur Straßenoberfläche angebracht, wobei die Meßwelle von der Antenne ausgesandt und von der Straßenoberfläche reflektiert wird und die reflektierte Welle empfangen wird. Die Fahrzeuggeschwindigkeit ergibt sich dabei unter Ausnutzung der Tatsache, daß die Frequenz der reflektierten Welle in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechend dem Doppler-Effekt variiert. Ein derartiger Geschwindigkeitsmesser hat den Vorteil, daß ein Fehler aufgrund eines Rutschens der Reifen oder eines Durchdrehens der Räder, verglichen mit den bekannten Tachometern, nicht auftritt, bei denen die Fahrzeuggeschwindigkeit durch Umwandlung der Drehzahl einer Welle des Fahrzeuges ermittelt wird.

Bei einem Geschwindigkeitsmesser vom Doppler-Typ wird jedoch aufgrund der Schwingung des Fahrzeuges die Sende- und Empfangsantenne vertikal in Richtung der Straßenoberfläche bewegt oder wird der Winkel der Sende- und Empfangsantenne aufgrund von Schwingungen durch Straßenebenenheiten und ähnlichen Schwingungen verändert, wodurch ein Meßfehler hervorgerufen wird.

Mit der Ausschaltung des Meßfehlers aus dem oben genannten

ersten Grund befaßt sich die JP-PS No.59-26912. Bei der aus dieser Druckschrift zu entnehmenden Vorrichtung ist eine Mikrowellensende- und -empfangsantenne unter einem genau bestimmten Winkel bezüglich der Straßenoberfläche an der Vorderseite und der Rückseite des Fahrzeuges angebracht und werden die Empfangssignale der an der Straßenoberfläche reflektierten Wellen, die durch die Sende- und Empfangsantenne erhalten werden, einem Phasenschieber eingegeben und anschließend zusammengesetzt, um dadurch einen Fehler auszuschließen, der durch die Vertikalbewegung der Sende- und Empfangsantenne hervorgerufen wird. Es ist jedoch noch kein Vorschlag gemacht worden, wie der Fehler ausgeschaltet werden kann, der durch den obigen zuletzt genannten Grund hervorgerufen wird.

Durch die Erfindung soll ein den Doppler-Effekt ausnutzender Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser geschaffen werden, mit dem die Fahrzeuggeschwindigkeit selbst dann genau erhalten werden kann, wenn sich der Winkel des Meßwellensenders und -empfängers bezüglich der Straßenoberfläche aufgrund von Fahrzeugschwingungen ändert.

Dazu umfaßt der erfindungsgemäße Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser

1. eine erste Sende- und Empfangseinrichtung, die am Fahrzeug vorgesehen ist und unter einem vorbestimmten Winkel  $\theta_1$  bezüglich der Straßenoberfläche auf die Straßenoberfläche gerichtet ist, um eine Meßwelle mit einer Frequenz  $f_1$  zur Straßenoberfläche auszusenden und die von der Straßenoberfläche reflektierte Welle zu empfangen,
2. eine zweite Sende- und Empfangseinrichtung, die in der Nähe der ersten Sende- und Empfangseinrichtung vorgesehen ist und unter einem vorbestimmten Winkel  $\theta_2$  bezüglich der Straßenoberfläche auf die Straßenoberfläche gerichtet ist, um eine Meßwelle mit einer Frequenz  $f_2$  auf die Straßenoberfläche auszusenden und die von der Straßen-



oberfläche reflektierte Welle zu empfangen.

3. eine Detektoreinrichtung zum Aufnehmen des Frequenzunterschiedes  $F_1$  zwischen der Meßwelle und der reflektierten Welle in der ersten Sende- und Empfangseinrichtung und zum Aufnehmen des Frequenzunterschiedes  $F_2$  zwischen der Meßwelle und der reflektierten Welle in der zweiten Sende- und Empfangseinrichtung,

4. eine Winkeländerungsberechnungseinrichtung, die unter der Annahme, daß  $K_1, K_2$  die Korrekturkoeffizienten für die erste und die zweite Sende- und Empfangseinrichtung sind und daß

$$\alpha = \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{K_2}{K_1},$$

die Änderung  $\Delta\theta$  des Winkels der ersten und der zweiten Sende- und Empfangseinrichtung bezüglich der Straßenoberfläche aufgrund von Schwingungen während der Fahrt des Fahrzeuges nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\cos\theta_1 - \alpha \cos\theta_2}{\sin\theta_1 - \alpha \sin\theta_2} \right)$$

und

5. eine Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung, die unter der Annahme, daß  $c$  die Geschwindigkeit jeder Meßwelle ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  nach einer der Gleichungen

$$V = \frac{F_1}{\cos(\theta_1 + \Delta\theta)} \times \frac{c}{2f_1} \cdot \frac{1}{K_1}$$

oder

$$V = \frac{F_2}{\cos(\theta_2 + \Delta\theta)} \times \frac{c}{2f_2} \cdot \frac{1}{K_2}$$

berechnet.

Selbst wenn bei dem erfindungsgemäßen Geschwindigkeitsmesser sich der Winkel der Sende- und Empfangseinrichtungen bezüglich der Straßenoberfläche aufgrund von Schwingungen des Fahrzeuges infolge von Straßenunebenheiten oder ähnlichen Schwingungen ändert, kann die Fahrzeuggeschwindigkeit genau gemessen werden, ohne daß die Messung durch diese Änderung des Winkels der Sende- und Empfangseinrichtungen beeinflusst wird.

Im folgenden werden anhand der zugehörigen Zeichnung besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig.1                    ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei diese eine schematische Seitenansicht eines Fahrzeuges an der Vorderseite mit der dargestellten Anordnung von Doppler-Sensoren zeigt,
- Fig.2                    eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht des Aufbaus der Doppler-Sensoren,
- Fig.3                    in einem Blockschaltbild den Aufbau der Doppler-Sensoren und der Betriebsvorrichtung, und
- Fig.4                    eine schematische Seitenansicht eines Fahrzeuges an der Vorderseite mit der Anordnung von Doppler-Sensoren bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Im folgenden wird ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Fig.1 bis 3 beschrieben.

Wie es in Fig.1 dargestellt ist, sind Doppler-Sensoren 1A,1B, die einen ersten Sender und Empfänger und einen zweiten Sender und Empfänger jeweils bilden, an der Unterfläche am vorderen Ende eines Fahrzeuges H angebracht und zur Straßenoberfläche E vor dem Fahrzeug gerichtet. Jeder Doppler-Sensor 1A,1B weist ein zylindrisches Gehäuse mit einer Stirnfläche auf, die zur Straßenoberfläche E gerichtet ist. Eine elektromagnetische Hornantenne, die in der im folgenden beschriebenen Weise Mikrowellen als Meßwellen aussendet und empfängt, ist an der Stirnfläche des Gehäuses angebracht. Die Antenne der Doppler-Sensoren 1A,1B bilden vorbestimmte Winkel  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  jeweils zwischen der Axiallinie jeder Antenne und der Straßenoberfläche E.

Von den Doppler-Sensoren 1A,1B werden Mikrowellen ausgesandt, die von der Straßenoberfläche E reflektiert werden und zu den Sensoren 1A,1B zurückkehren. Die Frequenz jeder reflektierten Welle variiert in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit nach dem Doppler-Effekt, wobei die Sensoren 1A,1B Doppler-Signale 1a,1b erzeugen, die jeweils eine Frequenz gleich dem Frequenzunterschied zwischen der ausgesandten Mikrowelle und der reflektierten Welle haben, die im folgenden als Doppler-Frequenz bezeichnet wird. Die Doppler-Signale 1a,1b liegen an der Betriebsvorrichtung 2, die die Fahrzeuggeschwindigkeit nach dem im folgenden beschriebenen Verfahren berechnet und anzeigt.

Fig.2 zeigt die Anordnung der Doppler-Sensoren 1A,1B. Die Sensoren 1A,1B sind nebeneinander angeordnet. Die gegenüberliegenden inneren Seitenflächen der Sensoren 1A,1B sind mit Gewindebohrungen 11 versehen, von denen nur die Bohrung des Sensors 1A dargestellt ist. Die beiden Enden von mit einem

Gewinde versehenen Elementen 3 sind in die Gewindebohrungen 11 geschraubt, und die Sensoren 1A, 1B sind relativ um die mit einem Gewinde versehenen Elemente 3 drehbar. Die Außenflächen der Sensoren 1A, 1B sind mit Gewindebohrungen 12 versehen, von denen nur die des Sensors 1B dargestellt ist. Bolzen 5, die hindurchgehende Löcher 41 in beiden Seitenflächen eines U-förmigen Befestigungsträgers 4 eingesetzt sind, stehen in Schraubeneingriffnahme mit den Gewindebohrungen 12, wodurch die Sensorgehäuse fest an dem Träger 4 angebracht sind.

Eine Vielzahl von durchgehenden Löchern 42 ist in regelmäßigen Abständen voneinander an der Außenseite des durchgehenden Loches 41 und konzentrisch dazu vorgesehen, und in der Nähe der Gewindebohrung 12 jedes Doppler-Sensors 1A, 1B ist eine Bohrung 13 vorgesehen. Die Sensoren 1A, 1B sind drehbar, wobei dann, wenn eines der durchgehenden Löcher 42 mit der Bohrung 13 zusammenfällt, ein Stift 6 in dieses Loch und diese Bohrung eingesetzt wird, um die Sensoren 1A, 1B unter dem erforderlichen Drehwinkel festzulegen. Der Träger 4 ist an einem nicht dargestellten Fahrzeugstoßfänger unter Verwendung von Bolzen 7 befestigt, die in ovale Bohrungen 43 eingesetzt sind, die in der oberen Platte des Trägers 4 vorgesehen sind.

Fig. 3 zeigt den Aufbau der Doppler-Sensoren 1A, 1B und der Betriebsvorrichtung 2. Die Sensoren 1A, 1B haben den gleichen Aufbau und umfassen jeweils eine elektromagnetische Hornantenne 14, einen Doppler-Modul 15 mit einer Gunn-Diode und einer Mischdiode, einen Verstärker 16 und eine wellenformende Schaltung 17. Die von der Gunn-Diode im Modul 15 ausgegebene Mikrowelle wird über die Antenne 14 zur Straßenoberfläche E ausgesandt. Die an der Straßenoberfläche E reflektierte Welle wird wieder von der Antenne 14 empfangen und erreicht die Mischdiode, wo die reflektierte Welle mit der ausgesandten Mikrowelle gemischt und der Frequenzdifferenzanteil gebildet wird. Der Frequenzdifferenzanteil wird in impulsförmige Wellenzüge

durch die wellenformende Schaltung 17 umgeformt, und die impulsförmigen Wellenzüge werden als Doppler-Signale 1a, 1b ausgegeben.

Die Betriebsvorrichtung 2 umfaßt Frequenzdifferenzdetektorschaltungen 21A, 21B, einen Rechner 22 und eine Geschwindigkeitsanzeige 23. Die Detektorschaltungen 21A, 21B empfangen und zählen die Doppler-Signale 1a, 1b und geben dann die Doppler-Frequenzen  $F_1, F_2$  aus.

Wenn die Winkel  $\theta_1, \theta_2$  zwischen den Doppler-Sensoren 1A, 1B und der Straßenoberfläche E sich aufgrund von Schwingungen des Fahrzeuges H um den Winkel  $\Delta\theta$  ändern, sind die Frequenzen  $F_1, F_2$  durch die folgenden Gleichungen (1), (2) gegeben.

$$F_1 = V \cdot \cos(\theta_1 + \Delta\theta) \cdot \frac{2f_1}{c} \cdot K_1 \quad (1)$$

$$F_2 = V \cdot \cos(\theta_2 + \Delta\theta) \cdot \frac{2f_2}{c} \cdot K_2 \quad (2)$$

In den obigen Gleichungen (1) und (2) bezeichnen V die Fahrzeuggeschwindigkeit in m/s,  $f_1, f_2$  die Frequenz der von den Doppler-Sensoren 1A, 1B ausgesandten Mikrowellen, c die Lichtgeschwindigkeit  $\div 3 \times 10^8$  m/s und  $K_1, K_2$  die Korrekturkoeffizienten, die durch die Mikrowellenfrequenzen  $f_1, f_2$  und den Zustand der Straßenoberfläche bestimmt sind.

Der Rechner 22 empfängt die Doppler-Frequenzen  $F_1, F_2$  und berechnet dann die Fahrzeuggeschwindigkeit V nach den obigen Gleichungen (1), (2), die simultane Gleichungen sind, die die Fahrzeuggeschwindigkeit V und die Winkeländerung  $\Delta\theta$  als Variablen verwenden.

Aus den Gleichungen (1), (2) folgt, daß

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\cos\theta_1 - \alpha \cos\theta_2}{\sin\theta_1 - \alpha \sin\theta_2} \right) \quad (3)$$

wobei

$$\alpha = \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} : \frac{K_2}{K_1}$$

Der nach der obigen Gleichung (3) berechnete Winkel  $\Delta\theta$  wird in die Gleichung (1) oder in die Gleichung (2) eingesetzt, um die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  zu erhalten.

Die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  wird an der Anzeige 23 angezeigt.

Fig.4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie es in Fig.4 dargestellt ist, ist der Doppler-Sensor 1A zur Vorderseite des Fahrzeuges gerichtet, während der Doppler-Sensor 1B nach hinten gerichtet ist, wobei beide Sensoren den gleichen Winkel  $\theta$  bezüglich der Straßenoberfläche  $E$  bilden. Das zweite Ausführungsbeispiel ist mit der Ausnahme des oben beschriebenen Aufbaus dem ersten Ausführungsbeispiel ähnlich.

Da bei dem zweiten Ausführungsbeispiel die Doppler-Sensoren 1A, 1B in voneinander entgegengesetzte Richtungen gerichtet sind, tritt selbst dann, wenn Mikrowellen mit der gleichen Frequenz  $f$  von den Sensoren 1A, 1B ausgesandt werden, eine Interferenz nicht auf, so daß derselbe Korrekturkoeffizient  $K$  in beiden Meßsystemen verwandt werden kann. Wenn die Winkeländerung des Sensors 1A aufgrund einer Fahrzeugschwingung  $\Delta\theta$  beträgt, wird die des Sensors 1B gleich  $-\Delta\theta$ .

Aus den Gleichungen (1), (2) beim ersten Ausführungsbeispiel werden beim zweiten Ausführungsbeispiel somit die folgenden Gleichungen (4) und (5):

$$F_1 = V \cdot \cos (\theta + \Delta\theta) \cdot \frac{2f}{c} \cdot K \quad (4)$$

$$F_2 = V \cdot \cos (\theta - \Delta\theta) \cdot \frac{2f}{c} \cdot K \quad (5)$$

Der Rechner 22 der Betriebsvorrichtung 2 berechnet die Winkeländerung  $\Delta\theta$  aus den Gleichungen (4) und (5), wie es in der folgenden Gleichung (6) dargestellt ist, und sie berechnet weiterhin die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  durch Einsetzen der Gleichung (6) in die Gleichung (4) oder (5).

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left( \frac{1}{\tan \theta} \cdot \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} \right) \quad (6)$$

Das zweite Ausführungsbeispiel arbeitet ähnlich wie das erste Ausführungsbeispiel, lediglich wird der Rechenvorgang zum Berechnen der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  noch einfacher.

Wie es oben beschrieben wurde, kann der erfindungsgemäße Fahrzeuggeschwindigkeitsmesser die Fahrzeuggeschwindigkeit selbst dann genau messen, wenn sich der Winkel des Dopplersensors bezüglich der Straßenoberfläche aufgrund von Fahrzeugschwingungen ändert.

Wenn Schallwellen anstelle von Mikrowellen bei den Ausführungsbeispielen der Erfindung verwandt werden, werden natürlich ähnliche Wirkungen erzielt.



FIG.1

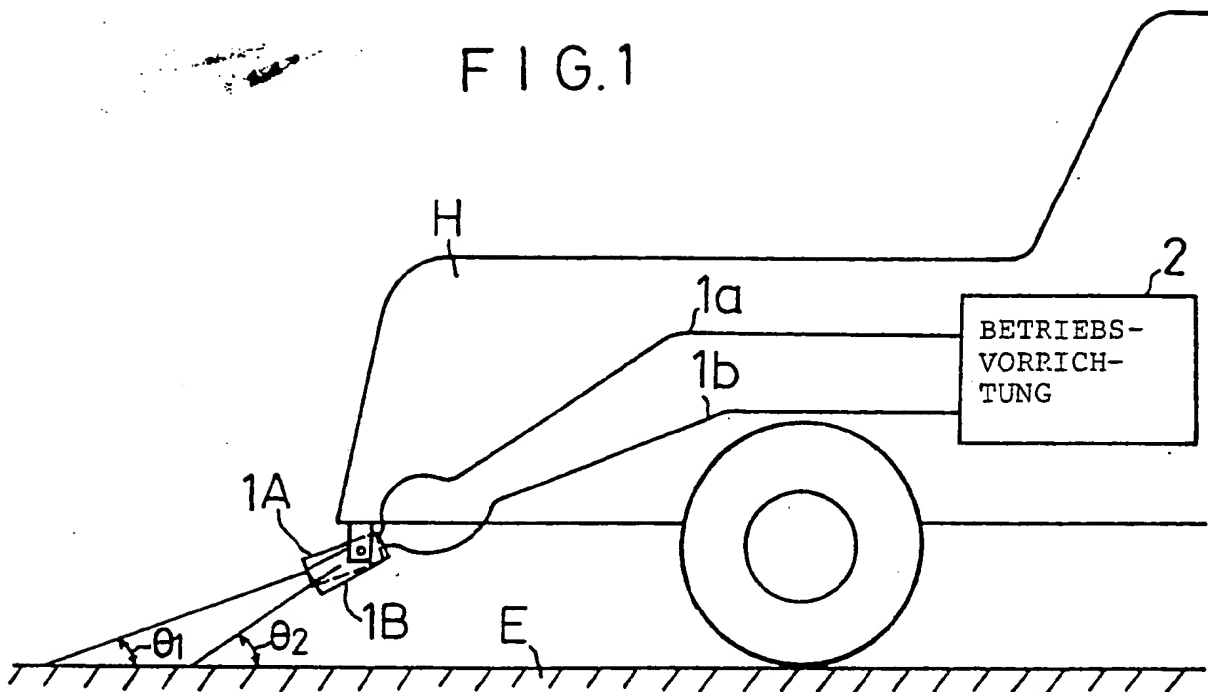


FIG.2

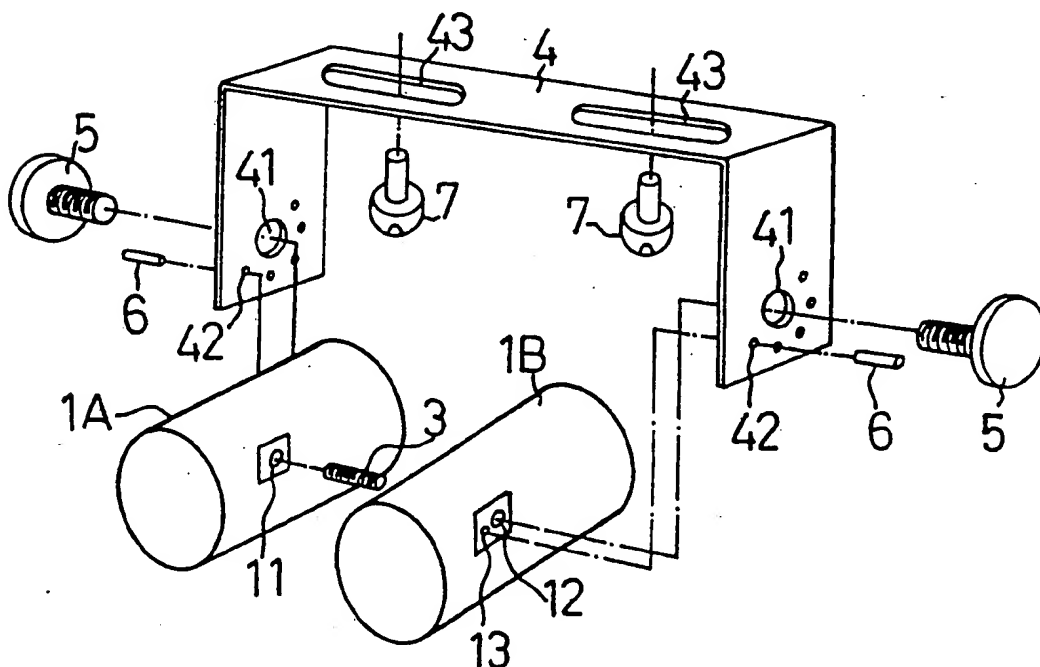


FIG. 3

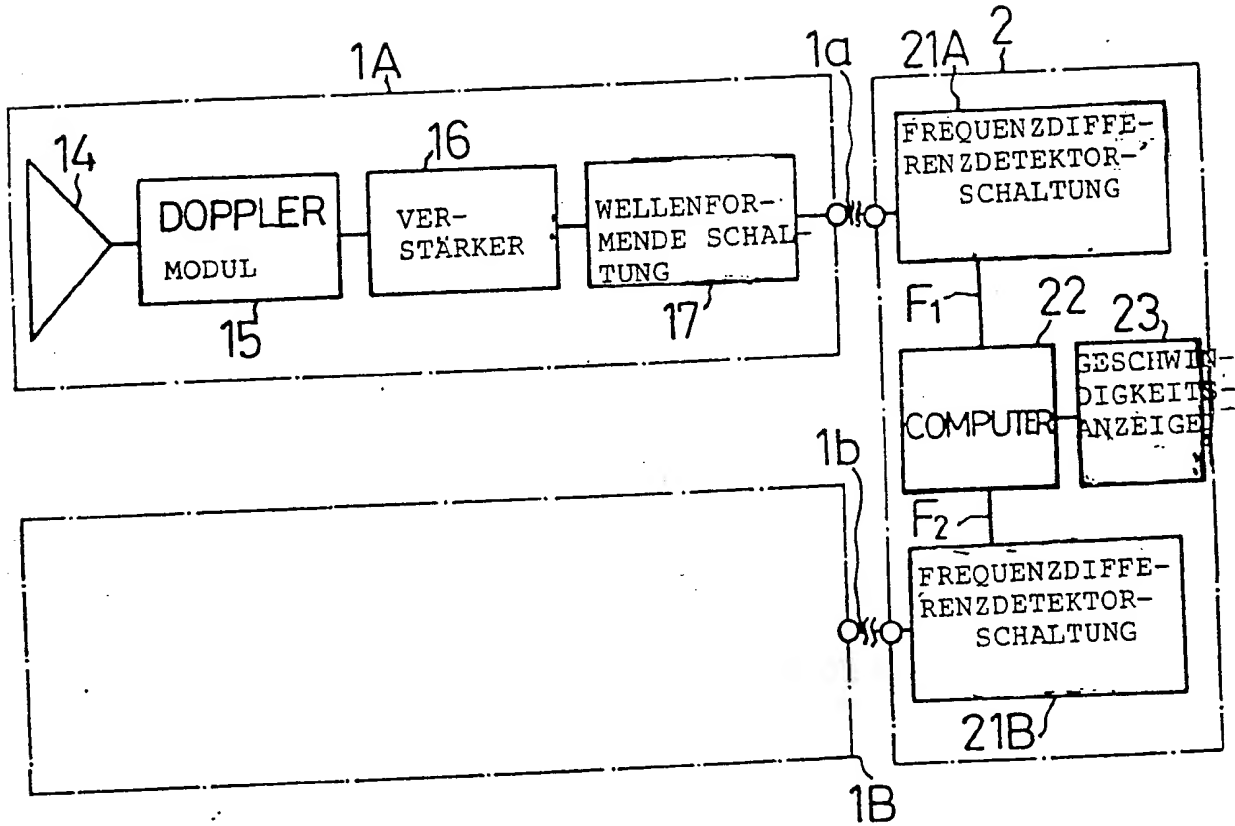


FIG. 4

